

## 明 細 書

## マルチアノード型光電子増倍管

## MULTI-ANODE TYPE PHOTOMULTIPLIER TUBE

5

## 技術分野

本発明はマルチアノード型光電子増倍管に関する。

## 背景技術

- 10 特開平 6 - 1 1 1 7 5 7 号（以下特許文献 1 という）には、中心軸の回りに配置された N 個の独立した電子増倍部を有する光電子増倍管が記載されている。この光電子増倍管は、長軸を有する対称構造の密閉容器を備え、密閉容器の内側面に形成された光電面から発生する光電子の位置に応じて光電子を N 個の電子増倍部に分けるために、第 1 段ダイノードが設けられている。
- 15

- 第 1 段ダイノードは、平坦な底部および光電面の方へと延在する側面を有するカップ状で、対称軸が密閉容器の長軸とほぼ一致している。電子増倍部は、シートタイプの電子増倍器により構成されている。また、第 1 段ダイノードの底部付近の中央部に、光電面とほぼ同電位を与えられた電極が配置されている。
- 20

- 特開平 7 - 1 9 2 6 8 6 号（以下、特許文献 2 という）には、少なくとも 2 つのセグメント空間を有する光電子増倍管が記載されている。この光電子増倍管は、前面内側に光電面が形成された密閉容器を有し、密閉容器内に、光電面から放出される光電子を収束する収束電極に相当する部分と、1 次の増倍を行なう第 1 段ダイノードに相当する部分とを含む電極が備えられている。
- 25

電極の収束電極に相当する部分と第 1 段ダイノードに相当する部分とは、平板によって分けられている。平板は、各セグメント空間に対応した孔部を有し、孔部にはグリッドが設けられている。密閉容器の中心軸を含む平面を含み、平板から光電面と逆の方向に、中央隔壁が設けられている。中央隔壁の光電面と逆側近傍に第 2 段以降の入力ダイノード設けられている。密閉容器の中心軸を含む中央部分には、平板と平行に、かつ僅かに離れて横棒が位置する。横棒は、電極とは絶縁され、光電面と等しいかそれに近い電位を与えられている。

特開平 8-306335 号（以下、特許文献 3 という）には、マルチチャンネル電子増倍管が記載されている。この電子増倍管は、シート状のダイノードを有し、特定のチャンネルの利得を制御するために、ダイノードのシート間に制御電極を設けている。

このマルチチャンネル電子増倍管は内面に光電面を備えた密閉容器を有し、各チャンネル間には、光電面と同電位を与えられた十字型の凸部が備えられている。

特開平 11-250853 号（以下特許文献 4 という）には、仕切り板により光電子増倍管の電子収束空間を複数のセグメントに分割した光電子増倍管が記載されている。この光電子増倍管においては、密閉容器内面に形成された光電面近くから密閉容器の中心軸を含む面の方向に仕切り板が延在している。仕切り板は、光電面と同電位を与えられている。複数のセグメントには夫々複数のダイノードが備えられ、電子を増倍する。

#### 発明の開示

特許文献 1 に記載の光電子増倍管においては、第 1 段ダイノードの形状をカップ形状とし、第 1 段ダイノードの底部付近の中央部に光電面と

ほぼ同電位を与えられた電極を配置して光電子増倍管内の電界を調整し、光電面から放出された電子および第1段ダイノードから放出された二次電子が、第1段ダイノードおよび第2段以降のシートタイプの増倍器に入射するようにしている。

- 5      特許文献2に記載の光電子増倍管においては、収束電極と第1段ダイノードとを兼ねた電極を備えて、光電面から放出された電子を第1段ダイノードに入射させ、第1段ダイノードから放出された二次電子は、第1段ダイノードと第2段以降の入力ダイノードとの電位差と中央隔壁の作用により、第2段以降の入力ダイノードに入射させている。
- 10      特許文献3に記載の光電子増倍管においては、シート状ダイノードの特定チャンネルの利得を制御するために、ダイノードのシート間に制御電極を設け、各チャンネル間には、光電面と同電位を与えられた十字型の凸部を備えて電子をダイノードに入射させている。

- 特許文献4に記載の光電子増倍管においては、複数のセグメント間に
- 15      光電面と同電位を与えた仕切り板が配置され、光電子増倍管内の電界を調整して電子をダイノードに入射させている。

- しかしながら、上記のような光電子増倍管では、光電面の電子が放出される場所によっては、第1段ダイノードに効率よく入射しない場合がある。特に光電面の周縁部分から放出された光電子、あるいは第1段ダイノードの周縁部から放出された二次電子は、第1段のダイノードまたは
- 20      は第2段以降のダイノードに入射できずにすり抜けてしまう場合がある。

- このような場合には、光電面の有効面積が縮小され、実質的な検出感度が低下してしまうという問題が生ずる。また、光電面内での出力信号が均一にならず、特に画像処理などに用いる場合には、周辺部の画像が
- 25      鮮明に得られないなどの問題が生ずる。

上記課題を解決するためになされた本発明は、ガラス製の入射面板と、

該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿って延びるガラス製の中空の側管と、該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、該光電面の複数の領域間の境界部分から該管軸方向に所定の長さに延びる隔壁と、該光電面の複数の領域に対応して該側管内部に設けられ、該光電面から放出された光電子を増倍する複数の電子増倍部と、該光電面の複数の領域に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出される電子を受ける複数のアノード電極と、を備え、該電子増倍部は、該側管の内側の該側管側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、該側管の内側の該管軸側に設けられ、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射するとさらに増倍して二次電子を放出する第2段ダイノードと、該側管の内側に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する複数段のダイノードと、を有し、該第2段ダイノードと該光電面との間には、該第2段ダイノードを該光電面に対して遮蔽するシールド電極が設けられ、該光電面、該隔壁および該シールド電極は同電位を与えられることを特徴とするマルチアノード型光電子増倍管である。

上記マルチアノード型光電子増倍管においては、光電面は入射光に応じて光電子を放出する。マルチアノード型光電子増倍管内には複数の電子増倍部が備えられている。光電面の複数の電子増倍部の境界に対応する部分から、側管の管軸方向に所定の長さに亘って隔壁が設けられている。電子増倍部は、第1段ダイノード、第2段ダイノード、および複数段のダイノードを有している。第1段ダイノードは側管側に設けられ、第2段ダイノードは管軸側に設けられる。第2段ダイノードと光電面と

の間には、第 2 段ダイノードを光電面に対して遮蔽するシールド電極が設けられる。光電面、隔壁およびシールド電極は同電位を与えられ、側管内の電界を調整して、光電面における発生箇所にかかわらず光電子を、第 1 段ダイノードに効率よく入射させる。

- 5      シールド電極と第 2 段ダイノードとの間には、第 1 段ダイノードに向かう電子を通過させる開口部を有する平板状電極を備えるようにしてもよい。開口部には、導電性の網状部材を備えることができる。平板状電極は、第 1 段ダイノードの電位以上で、該第 2 段ダイノードの電位未満の電位を与えられることが好ましい。

- 10      上記構成によれば、光電面と第 1 段ダイノードとの間に生じる電界が調整され、光電面の周辺部から放出された電子が効率よく第 1 段ダイノードに入射する。

- また、第 1 段ダイノードと第 2 段ダイノードとの間に、第 1 段ダイノードから放出された二次電子を第 2 段ダイノードに入射させるための電  
15      界が生じるので、効率よく電子を入射させることができる。

さらに、シールド電極に開口部を設けて、該光電面から放出された電子が該第 1 段ダイノードに到達するまでの走行時間差を減らすために、該側管内の電界を調整するようにしてもよい。

- 上記構成により、電子が発生する光電面上の位置にかかわらず、第 1  
20      段ダイノードに到達する間での時間が均一になる。

よって、マルチアノード型光電子増倍管の光電面の周辺部においても中心部と均一な感度で時間差なく電子を検出することができ、画像処理などに応用する際に鮮明な画像を得ることが可能になる。

## 25      図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の第 1 の実施の形態にかかるマルチアノード型光電

子増倍管 1 の第 2 図の A-A' 面における断面図である。

第 2 図は、マルチアノード型光電子増倍管 1 を上方から見た平面図である。

第 3 図は、マルチアノード型光電子増倍管 1 の第 2 図の C-C' 面における断面図である。

第 4 図は、マルチアノード型光電子増倍管 1 のつい立収束電極 20 の上面図である。

第 5 図は、隔壁 9 を設けたマルチアノード型光電子増倍管 1 にシールド電極 11 がない場合の電子の軌跡を示す図である。

10 第 6 図は、隔壁 9 およびシールド電極 11 を設けたマルチアノード型光電子増倍管 1 の電子の軌跡を示す図である。

第 7 図は、マルチアノード型光電子増倍管 1 に隔壁 9 およびシールド電極 11 がない場合の電子の軌跡を示す図である。

15 第 8 図は、本発明の第 2 の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管 100 を示す平面図および概略断面図である。

第 9 図は、隔壁 109 およびシールド電極 110 を設けたマルチアノード型光電子増倍管 100 の電子の軌跡を示す図である。

第 10 図は、隔壁 109 およびシールド電極 220 を設けたマルチアノード型光電子増倍管 200 の電子の軌跡を示す図である。

20

### 発明を実施するための最良の形態

本発明の第 1 の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管を、図面を参照しながら説明する。

まず、マルチアノード型光電子増倍管 1 の構成を、第 1 図乃至第 4 図に基づき説明する。第 1 図に示すように、マルチアノード型光電子増倍管 1 は、 $2 \times 2$  のマルチアノードタイプの光電子増倍管である。マルチ

アノード型光電子増倍管 1 は、略四角柱形状のガラス容器 5 を有している。ガラス容器 5 は、透明ガラス製である。ガラス容器 5 の第 1 図における上面は、光の入射面板 4 となっている。

5 入射面板 4 には、内側に光電面 3 が形成されている。ガラス容器 5 の側面は、入射面板 4 に略垂直な管軸 Z に沿って延びており、中空の側管 6 をなしている。ガラス容器 5 の底部 7 には、入出力ピン 3 5 が設けられている。入射面板 4、側管 6、底部 7 とは一体に形成され、ガラス容器 5 の内部を密閉している。

10 ガラス容器 5 の側管 6 上部内面に、アルミニウム薄膜 7 が蒸着され、光電面 3 と同電位を与えられている。ガラス容器 5 の側管 6 外面には、パーマロイなどの磁性材料からなる磁気シールド（図示せず）が備えられ、さらに樹脂などからなる被子チューブで覆われている。

15 ガラス容器 5 内部には、隔壁 9、シールド電極 1 1、平板状電極 1 3、メッシュ 1 5、第 1 段ダイノード D y 1、第 2 段ダイノード D y 2、第 1 のつい立 2 1、第 2 のつい立 2 2、平板 2 3、ダイノード列 2 5、アノード 3 1 等が備えられている。第 1 段ダイノード D y 1、第 2 段ダイノード D y 2、つい立収束電極 2 0、ダイノード列 2 5 は、電子増倍部に相当する。

20 ガラス容器 5 内部の光電面 3、シールド電極 1 1、平板状電極 1 3、第 1 段ダイノード D y 1、第 2 段ダイノード D y 2、ダイノード列 2 5、アノード 3 1 等は、入出力ピン 3 5 と図示しない配線にて接続され所定の電位を与えられている。

25 隔壁 9 は、導電性部材からなり、光電面 3 から管軸 Z の方向に延びている。第 2 図に示すように、隔壁 9 は上方から見ると十文字形状の壁であり、ガラス容器 5 内の電子収束空間を 4 つのセグメント空間 5 - 1 乃至 5 - 4 に分割している。第 1 図に示すように、下部はシールド電極 1

1 と接続している。隔壁 9 は、光電面 3 と同電位を与えられる。

シールド電極 11 は導電性の板状部材であり、ガラス容器 5 内部の隔壁 9 の下部に、第 2 段ダイノード  $D_y 2$  が光電面 3 に対し露出されるのを遮蔽するように配置されている。シールド電極 11 の周縁部は、図示  
5 の例では光電面 3 の方向に延びる立ち上がりが設けられ、シールド電極 11 の強度を補強している。シールド電極 11 は、光電面 3 と同電位を与えられる。

平板状電極 13 は、第 2 図に示すように開口を有し、シールド電極 11 の下部にガラス容器 5 の断面を覆うように設けられている。平板上電  
10 極 13 の周辺部には、光電面 3 の方向に延びる立ち上がりが設けられている。図示の例では、平板状電極 13 の開口はガラス容器 5 の中心軸 Z の周囲に 4 箇所 2 行 2 列に設けられ、それぞれのセグメント空間 5-1 乃至 5-4 に対応する光電面 3-1 乃至 3-4 から放出された電子が通過する。

15 平板状電極 13 は、第 1 段ダイノード  $D_y 1$  と同電位か、第 2 段ダイノード  $D_y 2$  の電位を越えない範囲で第 1 段ダイノード  $D_y 1$  の電位より少し高い電位を与えられる。

平板状電極 13 の各開口には、メッシュ 15 が設けられている。メッシュ 15 は、導電性の網状部材である。メッシュ 15 には、第 1 段ダイ  
20 ノード  $D_y 1$  と同電位か、第 2 段ダイノード  $D_y 2$  の電位を越えない範囲で第 1 段ダイノード  $D_y 1$  の電位より少し高い電位を与えられる。

各メッシュ 15 に対応して、その下部に第 1 段ダイノード  $D_y 1$  が設けられる。すなわちガラス容器 5 内の各セグメント空間 5-1 乃至 5-4 に各 1 つ、合計に 4 つの第 1 段ダイノード  $D_y 1$  が設けられている。

25 第 1 段ダイノード  $D_y 1$  は、水平に平らに延びる水平部と、軸方向に平らに延びる垂直部と、水平部と垂直部とを接続し斜め方向に延びる斜



め部とを備え、各セグメント空間 5-1 乃至 5-4 に対応する光電面 3-1 乃至 3-4 を望むようにガラス容器 5 内部の側管 6 近傍に配置されている。第 1 段ダイノード  $D_y 1$  は、光電面 3 よりも高くアノード 31 よりも低い電位を与えられている。

- 5 第 2 段ダイノード  $D_y 2$  は、水平に平らに延びる水平部と、軸方向に平らに延びる垂直部と、水平部と垂直部とを接続し斜め方向に延びる斜め部とを備え、対応する第 1 段ダイノード  $D_y 1$  を望むようにガラス容器 5 内部の軸 Z 近傍に配置されている。すなわちガラス容器 5 内の各セグメント空間 5-1 乃至 5-4 に各 1 つ、合計 4 つの第 2 段ダイノード
- 10  $D_y 2$  が設けられている。

- 4 つの第 2 段ダイノード  $D_y 2$  のうち、セグメント空間 5-1 とセグメント空間 5-2 の 2 つの第 2 段ダイノード  $D_y 2$  は、垂直部の裏側が一体化されている。同様に、セグメント空間 5-3 とセグメント空間 5-4 の 2 つの第 2 段ダイノード  $D_y 2$  は、垂直部の裏側が一体化されて
- 15 いる。第 2 段ダイノード  $D_y 2$  は、第 1 段ダイノード  $D_y 1$  よりも高くアノード 31 よりも低い電位を与えられている。

- 第 1 段ダイノード  $D_y 1$  および第 2 段ダイノード  $D_y 2$  と、ダイノード列 25 との間に、つい立収束電極 20 が設けられている。第 4 図に示すようについ立収束電極 20 は、第 1 のつい立 21、第 2 のつい立 22、
- 20 平板 23、開口部 24 を有している。

- 開口部 24 は、軸 Z の周囲に 4 箇所、第 2 段ダイノード  $D_y 2$  を望む位置に 2 行 2 列に配置されている。開口部 24 の第 1 段ダイノード  $D_y 1$  側端部に、光電面 3 の方向に延びる第 1 のつい立 21 が備えられている。第 1 のつい立 21 は、ガラス容器 5 内の各セグメント空間 5-1 乃至 5-4 に各 1 つ、合計 4 つ配置される。第 1 のつい立 21 は、第 1 段
- 25 ダイノード  $D_y 1$  の下端部よりも光電面 3 側まで延びていることが好ま

しい。

開口部 2 4 の第 2 段ダイノード  $D_y 2$  側端部に、光電面 3 の方向に延びる第 2 のつい立 2 2 が備えられている。第 2 のつい立 2 2 は、ガラス容器 5 内の各セグメント空間 5 - 1 乃至 5 - 4 に各 1 つ、合計 4 つ配置  
5 される。第 2 のつい立 2 2 は、第 2 段ダイノード  $D_y 2$  の下端部の上まで延びている。

ダイノード列 2 5 は、マルチアノード型光電子増倍管 1 においてはベネシャンブラインド型ダイノードである。各段のダイノードは、平板部 2 6 と 4 つのダイノード部 2 7 とからなっている。4 つのダイノード部  
10 2 7 は、4 つの開口部 2 4 に対応しており、当該開口部 2 4 の第 1 つい立 2 1 より側管 6 側まで延びている。

ダイノード列 2 5 の各ダイノード部 2 7 には夫々複数の電極エレメント 2 8 が備えられている。第 3、5、7、9 段ダイノード  $D_y 3$ 、 $D_y 5$ 、 $D_y 7$ 、 $D_y 9$  においては、電極エレメント 2 8 はその二次電子放  
15 出面が第 2 段ダイノードを望むように、管軸  $Z$  に対して 45 度傾斜して配置されている。第 4、6、8 段ダイノード  $D_y 4$ 、 $D_y 6$ 、 $D_y 8$  の電極エレメント 2 8 は、第 3、5、7、9 段ダイノード  $D_y 3$ 、 $D_y 5$ 、 $D_y 7$ 、 $D_y 9$  の電極エレメント 2 8 とは逆方向に管軸  $Z$  に対して 45 度傾斜して配置されている。

20 第 3 段ダイノード  $D_y 3$  の平板部 2 6 には、平板 2 3 がダイノード部 2 7 の上部に位置するように一体化されている。第 4 段から第 9 段のダイノード  $D_y 4$  乃至  $D_y 9$  の平板部 2 6 には、メッシュ電極 2 9 が電極エレメント 2 8 の上部に位置するように一体化されている。

25 アノード 3 1 は、第 9 段ダイノード  $D_y 9$  の下部に 4 つのダイノード部に対応して設けられている。第 10 段ダイノード  $D_y 10$  は、アノード 3 1 の下部に位置するように設けられ、第 9 段ダイノード  $D_y 9$  から

放出された電子が入射するとアノード 31 側に二次電子を放出する。アノード 31 は、第 10 段ダイノード  $Dy_{10}$  から放出された電子が入射するとそれを検出する。

上記構造を備えるマルチアノード型光電子増倍管 1 は、以下のよう  
5 動作する。

光電面 3、隔壁 9、シールド電極 11、平板上電極 13、つい立収束電極 20、第 1 段ダイノード  $Dy_1$ 、第 2 段ダイノード  $Dy_2$ 、ダイノード列 25、およびアノード 31 は、入出力ピン 35 を介して所定の電圧を印加される。

10 入射面板 4 の内、1 つのセグメント空間 5-1 乃至 5-4 のいずれかに対応する領域に光が入射すると、対応する光電面 3-1 乃至 3-4 のいずれかは、入射した光量に応じた量の光電子を放出する。放出された光電子は、対応するセグメント空間に備えられた隔壁 9、シールド電極 11、平板状電極 13 等により収束され、対応するメッシュ 15 を通過  
15 して第 1 段ダイノード  $Dy_1$  に入射する。

第 1 段ダイノード  $Dy_1$  は、入射した光電子に応じて二次電子を放出する。この二次電子は、つい立収束電極 20 により収束されて、第 2 段ダイノード  $Dy_2$  に入射する。

このとき、第 1 のつい立 21 が、第 1 段ダイノード  $Dy_1$  の下端位置  
20 より上側に延びているため、第 1 段ダイノード  $Dy_1$  の等電位線の位置が上方向に引き上げられ、当該等電位線の第 2 段ダイノード  $Dy_2$  上の位置を、第 2 段ダイノード  $Dy_2$  の斜め部よりも水平部に近い位置とし、垂直部と斜め部の大部分を二次電子放出領域とすることができる。

第 2 段ダイノード  $Dy_2$  から放出された電子は、第 2 段ダイノード  $Dy_2$   
25 より高い電位を与えられた第 3 段ダイノード  $Dy_3$  に向かう。このとき、第 2 のつい立 22 が第 2 段ダイノード  $Dy_2$  下端位置より上部ま

で突出して備えられており、第2段ダイノード $D_y 2$ から放出された電子を効率よくつい立収束電極20の開口部24に導くことができる。

開口部24を通過した電子は、第3段ダイノード $D_y 3$ に入射する。第3段ダイノード $D_y 3$ は、開口部24よりも側管6側まで延びており、  
5 開口部24を通過した電子を効率よく入射させることができる。電子はダイノード列25において順次多段増倍され、アノード31に入射する。

アノード31は、入射した電子に応じた信号を発生し、入出力ピン35を介してガラス容器5外部に出力信号として出力する。

マルチアノード型光電子増倍管1においては、シールド電極11、平  
10 板上電極13、つい立収束電極20、第1段ダイノード $D_y 1$ 、第2段ダイノード $D_y 2$ 、ダイノード列25、およびアノード31がガラス容器5内部に配置され、外周に磁気シールドが設けられている。よって、光電子の収束および増倍を、外部磁界の影響を受けることなく正確に行なうことができる。

15 次に、第5図乃至7を参照しながら、隔壁9、シールド電極11の効果について説明する。

第5図は、平板上電極13の上部に隔壁9を備え、シールド電極11がない場合の電子の軌跡を示す図である。(a)はマルチアノード型光電子増倍管1を上方から見た平面図、(b)は、(a)のA-A'にお  
20 ける断面図である。第5図において、光電面3-4の中心部および管軸Z近傍から放出された電子の軌跡q、rは、第1段ダイノード $D_y 1$ に入射している。ところが電子の軌跡pに注目すると、光電面3-4の側管6側周縁部から放出された電子は、第1段ダイノード $D_y 1$ に入射せず、第1のつい立21の方に逸れてしまっている。この場合、光電面3  
25 -4の側管6側周縁部に相当する部分の光が効率よく検出できない。

第6図は、平板上電極13の上部に隔壁9およびシールド電極11を

備えている場合の電子の軌跡を示す図である。(a)はマルチアノード型光電子増倍管1を上方から見た平面図、(b)は、(a)のA-A'における断面図である。第6図においては、電子の軌跡p'、q'、r'は全て第1段ダイノードDy1に到達している。さらに、第1段ダイノードDy1に入射した電子により放出された二次電子も第2段ダイノードDy2に入射し、開口部24を通過してダイノード列25に入射することが可能となっている。

よってこの場合には、光電面3-4への光の入射箇所にかかわらず、電子を効率よく第1段ダイノードDy1に入射させることができ、光電面3の全面に亘りほぼ均一に入射光を検出することが可能になる。

第7図は、比較例として隔壁9およびシールド電極11を備えていない場合の電子の軌跡を示している。(a)はマルチアノード型光電子増倍管1を上方から見た平面図、(b)は、(a)のA-A'における断面図である。光電面3-4の側管6側から放出された電子の軌跡P''は第2のつい立22の方に向かっており、管軸Z側に近い位置からの電子の軌跡r''、q''は、平板上電極13に衝突してしまい、共に第1段ダイノードDy1に入射することができない。

以上説明したように、第1の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管1においては、ガラス容器5内に、第1段ダイノードDy1、第2段ダイノードDy2、ダイノード列25等を有する電子増倍部およびアノード31等を設け、光電面3に入射した光を電子増倍部で増倍し、アノード31により検出する。光電面3から管軸Zの方向には、十文字形状の隔壁9が延びており、第2段ダイノードDy2を遮蔽するようにシールド電極11が設けられ、共に光電面3と同電位を印加されている。

上記構成により、光電面3に入射した光に応じて放出される電子を、光電面3における放射位置にかかわらず第1段ダイノードDy1、第2

段ダイノードD y 2などの電子増倍部に効率よく入射させることが可能となる。このように光電面3に入射した光は入射箇所にかかわらずほぼ均一に検出されるので、画像表示装置等に用いられる際に、鮮明な画像を得ることが可能になる。

- 5      次に、第8図乃至第10図を参照しながら、本発明の第2の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管100について説明する。第1の実施の形態にかかるマルチアノード型光電子増倍管1と同様の構成については、同一の符号を付す。

10      第8図に示すようにマルチアノード型光電子増倍管100は、マルチアノード型光電子増倍管1の隔壁9に替えて隔壁109を、シールド電極11に替えてシールド電極110を備えている。

15      隔壁109は、導電性部材からなり、光電面3から管軸Zの方向に延びている。第8図に示すように、隔壁109は上方から見ると十文字形状の壁であり、隔壁9と同様ガラス容器5内の電子収束空間を4つのセグメント空間5-1乃至5-4に分割している。第8図に示すように、下部はシールド電極110との間に開口部108を有している。隔壁109は、光電面3と同電位を与えられる。

20      シールド電極110は導電性の板状部材であり、ガラス容器5内部の隔壁109の下方、平板上電極13の上部に配置されている。シールド電極110の周縁部は、図示の例では光電面3の方向に延びる立ち上がり  
25      が設けられ、シールド電極110の強度を補強している。シールド電極110の中央部には、開口112が備えられている。開口112は上方から見ると長方形である。シールド電極110は、光電面3と同電位を与えられる。

他の構成および動作はマルチアノード型光電子増倍管1と同様である。  
次に、第8図、第9図を参照しながら、隔壁109、シールド電極1

10の効果について説明する。第8図の(a)はマルチアノード型光電子増倍管100を上方から見た平面図、(b)は、(a)のA-A'における断面図である。

第8図に示すように、マルチアノード型光電子増倍管100において  
5は隔壁109の下方の開口部108およびシールド電極110の開口部112が備えられており、管軸Z近傍の電界強度が低くなるのを防止している。よって、電子の軌跡q2、r2は、第6図のマルチアノード型光電子増倍管1の電子の軌跡q'、r'に比べて、光電面3から第1段ダイノードDy1に入射するまでの時間差が小さくなっている。

10 第9図は、平板上電極13の上部に隔壁109およびシールド電極110を備えたマルチアノード型光電子増倍管100の電子の軌跡を示す図である。(a)はマルチアノード型光電子増倍管100を上方から見た平面図、(b)は、(a)のA-A'における断面図である。

第9図には、隔壁109近傍の光電面3-4から放出されたセグメント空間5-4における電子の軌跡s、t、uが示されている。図示のように、光電面3から電子が放出された位置は異なっているが、電子の軌跡s、t、uの第1段ダイノードDy1に入射するまでの時間差は小さい。

よって、マルチアノード型光電子増倍管100によれば、光電面3への光の入射箇所にかかわらず、電子を効率よく第1段ダイノードDy1に入射させることができ、光電面3の全面に亘りほぼ均一に入射光を検出することが可能であると共に、光電面3への入射箇所にかかわらず、第1段ダイノードDy1に入射するまでの時間差を縮小できる。

以上説明したように、第2の実施の形態にかかるマルチアノード型光  
25電子増倍管100においては、ガラス容器5内に、第1段ダイノードDy1、第2段ダイノードDy2、ダイノード列25等を有する電子増倍

部およびアノード 3 1 等を設け、光電面 3 に入射した光を電子増倍部で増倍し、アノード 3 1 により検出する。光電面 3 から管軸 Z の方向には、十文字形状の隔壁 1 0 9 が延びており、その下方にシールド電極 1 1 0 が設けられ、共に光電面 3 と同電位を印加されている。隔壁 1 0 9 とシールド電極 1 1 0 との間には、開口 1 0 8 が設けられ、シールド電極 1 1 0 には開口 1 1 2 が設けられている。

上記構成により、入射した光に応じて光電面 3 から放出される電子を、光電面 3 における放射位置にかかわらず第 1 段ダイノード D y 1、第 2 段ダイノード D y 2 などの電子増倍部に効率よく入射させることが可能である。

また、隔壁 1 0 9 の下方の開口部 1 0 8 およびシールド電極 1 1 0 の開口部 1 1 2 により、セグメント空間 5 - 1 乃至 5 - 4 内の電界がより均一になるので、光電面 3 上の電子の放出位置にかかわらず、光電面 3 から第 1 段ダイノード D y 1 に入射するまでの電子の走行時間差を小さくすることができる。そのため、画像表示装置等に用いられる際に、鮮明な画像を得ることが可能になる。

さらに、隔壁 1 0 9 の下方に開口 1 0 8 を設けたことにより、光電面 3 を形成する際に用いられる蒸着源（図示せず）を 4 つのセグメント空間 5 - 1 乃至 5 - 4 に共通してガラス容器 5 内 1 箇所設ければよく、部品点数を少なくすることが可能となる。

第 2 の実施の形態の変形例として、第 1 0 図にマルチアノード型光電子増倍管 2 0 0 を示す。第 1 0 図は、平板上電極 1 3 の上部に隔壁 1 0 9 およびシールド電極 2 1 0 を備えたマルチアノード型光電子増倍管 2 0 0 の構成および電子の軌跡を示す図である。（a）はマルチアノード型光電子増倍管 2 0 0 を上方から見た平面図、（b）は、（a）の A - A' における断面図である。



第10図においては、マルチアノード型光電子増倍管100のシールド電極110に替えてシールド電極210を備えている。他の構成は、マルチアノード型光電子増倍管100と同様である。

シールド電極210は導電性の板状部材であり、ガラス容器5内部の隔壁109の下方、平板上電極13の上部に配置されている。シールド電極210の周縁部は、図示の例では光電面3の方向に延びる立ち上がり  
5  
りが設けられ、シールド電極210の強度を補強している。シールド電極210の中央部には、開口212が備えられている。開口212は上方から見ると、各セグメント空間5-1乃至5-4の中央部に近い部分  
10  
の幅が広がっている、凹凸のある形状である。シールド電極210は、光電面3と同電位を与えられる。

第10図には、隔壁109近傍の光電面3-4から放出されたセグメント空間5-4における電子の軌跡 $s'$ 、 $t'$ 、 $u'$ が示されている。図示のように、電子の軌跡 $s'$ 、 $t'$ 、 $u'$ の第1段ダイノード $Dy1$ に入射する位置は、第9図の電子の軌跡 $s$ 、 $t$ 、 $u$ と比較してバラツキが小さく、  
15  
マルチアノード型光電子増倍管100におけるよりもさらに走行時間差が短縮され、第1段ダイノード $Dy1$ への入射位置も一定となっている。

よって、マルチアノード型光電子増倍管200によれば、隔壁109の下方の開口部108およびシールド電極210の開口部212により、  
20  
セグメント空間5-1乃至5-4内の電界がさらに均一になるので、光電面3上の電子の放出位置にかかわらず、光電面3から第1段ダイノード $Dy1$ に入射するまでの電子の走行時間差および第1段ダイノード $Dy1$ への入射位置のバラツキを小さくすることができる。そのため、画像表示装置等に用いられる際に、さらに鮮明な画像を得ることが可能に  
25  
なる。

以上、添付図面を参照しながら本発明によるマルチアノード型光電子

増倍管の好適な実施形態について説明したが、本発明は上述した実施の形態に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変形や改良が可能である。

例えば、シールド電極 11、110、210 の周縁部は、立ち上がり  
5 がなくてもよい。これによれば、シールド電極 11、110、210 を構成する材料の量を少なくすることができ、コストの削減が可能である。

セグメント空間 5-1 乃至 5-4 は 4 つに限定されず、例えば  $3 \times 3$  の 9 空間等でもよい。そのとき隔壁 9 は、領域の配置に応じて格子状等に設けられる。

10 平板状電極 13 の開口には、メッシュ 15 を備えなくてもよい。また、第 1 段ダイノード  $D_y 1$ 、第 2 段ダイノード  $D_y 2$  における垂直部、水平部、斜め部は平らでなくてもよく、湾曲した構造でもよい。

つい立収束電極 20 は、必ずしも備える必要はない。また、第 1 のつい立 21、第 2 のつい立 22 がない平板状のつい立収束電極を備えるよ  
15 うにしてもよい。

第 3 段ダイノード  $D_y 3$  は、第 1 のつい立 21 より側管 6 側に延びていなくてもよく、第 1 のつい立 21 の略下側まで延びていればよい。

ダイノード列 25 は、第 3 段ダイノード  $D_y 3$  から第 10 段ダイノード  $D_y 10$  を有するとしたが、これより少ないかまたは多い段数のダイ  
20 ノード列でもよい。

また、ダイノード列 25 としてベネシャンブラインド型のものについて説明したが、ファインメッシュ型、マイクロチャンネルプレート型等、他の積層構造のダイノード列でもよい。また、積層型でなく、ボックス型やラインフォーカス型のダイノードを第 3 段ダイノード以下のダイ  
25 ノードとして設けるようにしてもよい。

ガラス容器 5 は、略四角柱型としたがこれに限定されず、例えば円柱

型などでもよい。

#### 産業上の利用の可能性

本発明のマルチアノード型光電子増倍管は、ポジトロンCTとして医療分野で利用できる他、他の放射線検出や他の光検出等、様々な分野で

5 広く利用することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. ガラス製の入射面板と、

該入射面板の一つの側の面に接続され、該入射面板に略垂直な管軸に沿って延びるガラス製の中空の側管と、

- 5     該入射面板の該一つの側の面のうち該側管の内側に位置した領域に形成され、該入射面板に入射した光に応じた光電子を放出する光電面と、  
該光電面の複数の領域間の境界部分から該管軸方向に所定の長さに延びる隔壁と、

- 10    該光電面の複数の領域に対応して該側管内部に設けられ、該光電面から放出された光電子を増倍する複数の電子増倍部と、

該光電面の複数の領域に対応して該側管の内側に設けられ、該電子増倍部から放出される電子を受ける複数のアノード電極と、

を備え、

該電子増倍部は、

- 15    該側管の内側の該側管側に設けられ、該光電面から放出された光電子が入射すると増倍して二次電子を放出する第1段ダイノードと、

該側管の内側の該管軸側に設けられ、該第1段ダイノードから放出された二次電子が入射するとさらに増倍して二次電子を放出する第2段ダイノードと、

- 20    該側管の内側に設けられ、該第2段ダイノードから放出された二次電子が入射すると次々に増倍して二次電子を放出する複数段のダイノードと、

を有し、

- 25    該第2段ダイノードと該光電面との間には、該第2段ダイノードを該光電面に対して遮蔽するシールド電極が設けられ、

該光電面、該隔壁および該シールド電極は同電位を与えられることを

特徴とするマルチアノード型光電子増倍管。

2. 該シールド電極は、該光電面から放出された電子が該第1段ダイ  
ノードに到達するまでの走行時間差を減らすため、該側管内の電界を調  
整するための開口部を有することを特徴とする請求項1に記載のマルチ  
5 アノード型光電子増倍管。

3. 該シールド電極と該第2段ダイノードとの間には、該第1段ダイ  
ノードに向かう電子を通過させる開口部を有する平板状電極が備えられ  
ることを特徴とする請求項1に記載のマルチアノード型光電子増倍管。

4. 該シールド電極は、該光電面から放出された電子が該第1段ダイ  
10 ノードに到達するまでの走行時間差を減らすため、該側管内の電界を調  
整するための開口部を有することを特徴とする請求項3に記載のマルチ  
アノード型光電子増倍管。

5. 該平板状電極の該開口部には、導電性の網状部材が備えられるこ  
とを特徴とする請求項3に記載のマルチアノード型光電子増倍管。

6. 該シールド電極は、該光電面から放出された電子が該第1段ダイ  
15 ノードに到達するまでの走行時間差を減らすため、該側管内の電界を調  
整するための開口部を有することを特徴とする請求項5に記載のマルチ  
アノード型光電子増倍管。

7. 該平板状電極は、該第1段ダイノードの電位以上で、該第2段ダイ  
20 ノードの電位未満の電位を与えられることを特徴とする請求項3に記載  
のマルチアノード型光電子増倍管。

8. 該シールド電極は、該光電面から放出された電子が該第1段ダイ  
ノードに到達するまでの走行時間差を減らすため、該側管内の電界を調  
整するための開口部を有することを特徴とする請求項7に記載のマルチ  
25 アノード型光電子増倍管。

9. 該平板状電極は、該第1段ダイノードの電位以上で、該第2段ダイ

イノードの電位未満の電位を与えられることを特徴とする請求項 5 に記載のマルチアノード型光電子増倍管。

10. 該シールド電極は、該光電面から放出された電子が該第 1 段ダイノードに到達するまでの走行時間差を減らすため、該側管内の電界を調整するための開口部を有することを特徴とする請求項 9 に記載のマルチアノード型光電子増倍管。

## 要 約 書

- ガラス容器は、入射面板、側管、底部を有している。入射面板の内側には、光電面が形成されている。ガラス容器内部には、隔壁、シールド
- 5 電極、第1段ダイノード、第2段ダイノード、ダイノード列、アノード等が備えられている。隔壁は十文字状に形成され、電子収束空間を4つのセグメント空間に分割している。シールド電極は、第2段ダイノードを光電面から遮蔽するように設けられる。ダイノード列として、ベネシヤンプラインド型のダイノードが備えられる。光電面、隔壁、シールド
- 10 電極は同電位を印加される。第1段ダイノード、第2段ダイノード、ダイノード列、アノード等には、光電面よりも高い電位が印加される。光電面に入射した光に応じて放出される電子は、放出される箇所にかかわらず効率よくダイノードに入射して増倍され、アノードにより検出される。